

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-211280

(43)Date of publication of application : 11.08.1995

(51)Int.Cl.

H01J 43/12

(21)Application number : 06-004146

(71)Applicant : HAMAMATSU PHOTONICS KK

(22)Date of filing : 19.01.1994

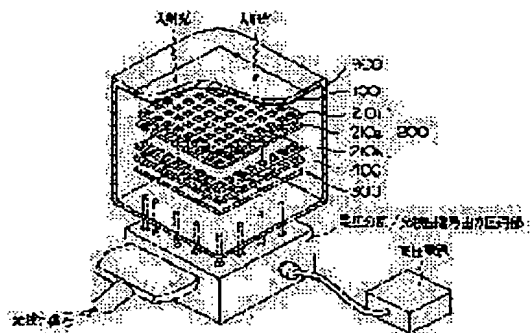
(72)Inventor : SUZUKI SEIJI
HAKAMATA TOSHIOCHI
NAKATANI TAKANORI
MURAMATSU SHINICHI
KUSHIMA HIROYUKI

(54) POSITION DETECTING TYPE PHOTOMULTIPLIER TUBE

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a position detecting type photomultiplier tube, which can reduce the unevenness of the photo detecting signal, which is output in response to the incidence position of the light, generated in response to a place of an electron multiplier and which has the excellent positional resolution.

CONSTITUTION: Each dynode forming an electronic multiplier 200 for multiplying electron is formed common to the incidence position of a photoelectric surface 100, and a pixel signal output unit 300, which is arranged in a former stage of the acceleration of a collector electrode 400 in an acceleration route in response to the light incidence position and which has the secondary electron emitting function and which is formed of plural pixel electrodes, to which electric potential can be separately applied, is provided. Applied potential per each pixel electrode is adjusted to nearly even the unevenness of the photo detecting signal, which is output in response to the incidence position of the light, generated in response to a place of the electron multiplier, and the light incidence position is detected with a high positional resolution.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.01.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 13.08.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-211280

(43) 公開日 平成7年(1995)8月11日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 J 43/12

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平6-4146
(22) 出願日 平成6年(1994)1月19日

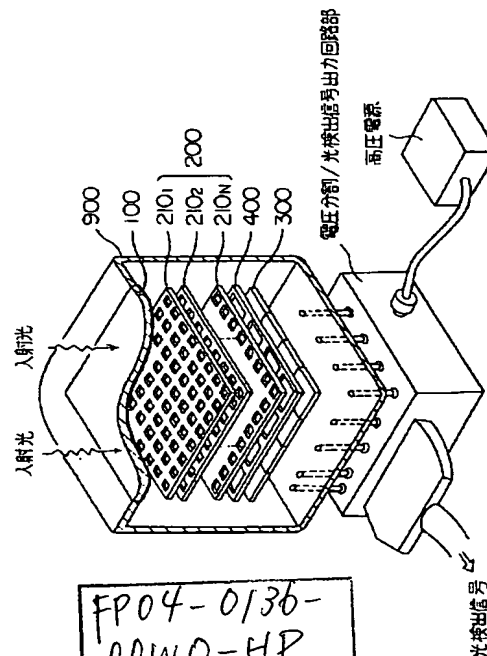
(71) 出願人 000236436
浜松ホトニクス株式会社
静岡県浜松市市野町1126番地の1
(72) 発明者 鈴木 誠司
静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ
トニクス株式会社内
(72) 発明者 袴田 敏一
静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ
トニクス株式会社内
(72) 発明者 中谷 崇典
静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ
トニクス株式会社内
(74) 代理人 弁理士 長谷川 芳樹 (外3名)
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 位置検出型光電子増倍管

(57) 【要約】

【目的】 光の入射位置に応じて出力される光検出信号が電子増倍部の場所により生じる不均一性を低減するとともに、位置分解能に優れた位置検出型光電子増倍管を提供する。

【構成】 電子を増倍する電子増倍部200を構成する各ダイノードは光電面100における入射位置に対して共通とし、加速経路におけるコレクタ電極400の加速前段に光入射位置に応じて配置された2次電子放出機能を有するとともに独立に電位の印加が可能な複数のピクセル電極からなるピクセル信号出力部300を設置する。ピクセル電極ごとの印加電位を調整して、光の入射位置に応じて出力される光検出信号が電子増倍部の場所により生じる不均一性を入射位置に対して略均一化するとともに、高い位置分解能で光入射位置検出を行う。



FP04-0136-
00W0-HP
04.8.24
SEARCH REPORT

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光の入射強度と光の入射位置とを検出する位置検出型光電子増倍管であって、

光の入射によって電子を放出する光電面と、

電子を入射して増倍するダイノードが、電子の加速方向に 1 段または 2 段以上配設され、前記光電面から放出された電子を入力して電子を増倍するとともに前記光電面の入射位置に応じた局所的な位置から増倍された電子を出力する電子増倍部と、

前記光電面の入射位置に応じて配設され、独立に電圧の印加が可能な複数のピクセル電極からなり、夫々の前記ピクセル電極で入力した前記電子増倍部から出力された電子を増倍して放出するとともに、夫々の前記ピクセル電極に応じた前記光電面の領域に入射した光の強度を、反映した光検出信号を出力するピクセル信号出力部と、前記ピクセル信号出力部から出力された電子を一括して入力し、入力電子の総数に応じた信号を出力するコレクタ電極と、

を備えることを特徴とする位置検出型光電子増倍管。

【請求項 2】 前記電子増倍部の各段のダイノードは、電氣的に一体の部材から構成される、ことを特徴とする請求項 1 記載の位置検出型光電子増倍管。

【請求項 3】 前記電子増倍部のダイノードは積層型ダイノードである、ことを特徴とする請求項 1 記載の位置検出型光電子増倍管。

【請求項 4】 前記コレクタ電極は、前記電子増倍部の最終段のダイノードと前記ピクセル信号出力部との間に配設され、かつ、前記電子増倍部から前記ピクセル信号出力部へ向けて出力された電子を実質的透過するとともに、前記ピクセル信号出力部の各ピクセル電極は反射型の 2 次電子放出を行う、ことを特徴とする請求項 1 記載の位置検出型光電子増倍管。

【請求項 5】 前記コレクタ電極は、メッシュ形電極、グリッド形電極、または 1 次元若しくは 2 次元に配列されたワイヤ形電極である、ことを特徴とする請求項 3 記載の位置検出型光電子増倍管。

【請求項 6】 前記ピクセル信号出力部の夫々のピクセル電極には、夫々の前記ピクセル電極に応じた前記光電面の領域での入射光強度に対応して前記ピクセル電極から出力される信号が、同一入射光強度の場合、前記ピクセル電極相互間で実質的に均一となるように調節するために電位が供給される端子が設けられている、ことを特徴とする請求項 1 記載の位置検出型光電子増倍管。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、光の入射強度を入射位置を含めて検出する位置検出型光電子増倍管に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 光電子増倍管は、微弱光を高感度かつ高

速に検出する光検出器として、広く使用されている。こうした光電子増倍管の利点を生かしつつ、光入射位置の分解能を向上した位置検出型光電子増倍管が知られている。こうした、従来の位置検出型光電子増倍管は、構造から見て、次の 2 つのタイプが存在する。

【0003】 (1) 段・経路独立ダイノード配置タイプ (第 1 タイプ)

このタイプの位置検出型光電子増倍管は、旧来の光電子の加速・増倍経路が 1 つの光電子増倍管の加速・増倍機構である多段ダイノード構造を並列に複数個、光電面の光入射位置に応じて配置したものである。このタイプの位置検出型光電子増倍管は、各ダイノードに独立に電位を設定できるので、各経路ごとにダイノード印加電位を調整して、各経路の電子増倍率を略一致させて使用することが可能である。図 5 は、本タイプの光電子増倍管 (2 経路のダイノード組 (Dy1 ~ Dy10 および Dy1' ~ Dy10')) を内蔵した光電子増倍管において、経路ごとに電子増倍率すなわち光検出信号の波高の調整を可能とした回路構成例を示す。図 5 と同様な構成で、電子増倍率の均一化を図ることができる光電子増倍管の例が、特開平 5-36372 にも開示されている。

【0004】 (2) 段独立・経路共通ダイノード配置タイプ (第 2 タイプ)

このタイプの位置検出型光電子増倍管は、光入射位置に応じて加速・増倍用のダイノードを個別には配設せずに、電氣的には分離できないが増倍電子の放出の指向性を強くし、信号取り出しの陽極部を光入射位置に応じて配置した複数の電極で構成することにより、位置分解能を向上している。図 6 は、本タイプの光電子増倍管の要部の構成例を示す図であり、カソードである光電面 (K) の光入射位置に応じて、アノード出力 (A、~A_n) として光検出信号を GND レベルで出力する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 従来の第 1 タイプの位置検出型光電子増倍管は、上記のように入射位置の検出ブロックごとに 1 経路のダイノード構造を他の経路とは分離して構築することが必要なので、入射位置の分解能の向上が困難である、という問題点がある。

【0006】 また、従来の第 2 タイプの位置検出型光電子増倍管は、加速・増幅経路ごとに増倍率を決定するダイノード電位の調節ができないので、増幅部の場所による電子増幅率の不均一性により、夫々の陽極電極から出力された検出信号が必ずしも対応する光電面の位置に入射した光の強度を正確には反映できないという問題があった。この結果、シンチレータと組み合わせて、光電面上のシンチレータを通過する荷電粒子の飛跡・入射強度を観測する場合には、精度良く飛跡を決定できない。この場合、各陽極電極から出力される光検出信号ごとに増幅率が調整可能な増幅器を設置して出力信号と入射光強度との対応を図ることが考えられるが、光電子増倍管の

高速・低雑音特性を維持する電子回路を構成するためには、部品の選択に注意を払わなければならないし、部品点数の増加に伴う信頼性の低下および装置の大型化という問題がある。また、事前に各陽極電極間の不均一性を測定し、光検出信号を収集後に演算処理する方法が考えられるが、広い範囲の信号強度を計測する場合には専用の演算回路による高速の処理が困難であるという問題点がある。

【0007】本発明は、上記のような問題点を解消するためになされたものであり、光の入射位置に応じて出力される光検出信号が電子増倍部の場所により生じる増倍率の不均一性を低減するとともに、位置分解能に優れた位置検出型光電子増倍管を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の位置検出型光電子増倍管は、光の入射強度と光の入射位置とを検出する位置検出型光電子増倍管であって、(a) 光の入射によって電子を放出する光電面と、(b) 電子を入射して増倍するダイノードが、電子の加速方向に1段または2段以上配設され、光電面から放出された電子を入力して電子を増倍するとともに光電面の入射位置に応じた局所的な位置から増倍された電子をを出力する電子増倍部と、(c) 光電面の入射位置に応じて配設され、独立に電圧の印加が可能な複数のビクセル電極からなり、夫々のビクセル電極で入力した電子増倍部から出力された電子を増倍して放出するとともに、夫々のビクセル電極に応じた光電面の領域に入射した光の強度を、反映した光検出信号を出力するビクセル信号出力部と、(d) ビクセル信号出力部から出力された電子を一括して入力し、入力電子の総数に応じた信号を出力するコレクタ電極と、を備えることを特徴とする。

【0009】ここで、電子増倍部の各段のダイノードは、電気的に一体の部材から構成される、ことを特徴としてもよい。また、電子増倍部のダイノードは積層型ダイノードである、ことが好適である。

【0010】また、コレクタ電極は、電子増倍部の最終段のダイノードとビクセル信号出力部との間に配設され、かつ、前記電子増倍部から前記ビクセル信号出力部へ向けて出力された電子を実質的透過するとともに、前記ビクセル信号出力部の各ビクセル電極は反射型の2次電子放出を行う、ことを特徴としてもよい。なお、コレクタ電極には、メッシュ形電極、グリッド形電極、または1次元若しくは2次元に配列されたワイヤ形電極を使用することが可能である。

【0011】また、ビクセル信号出力部の夫々のビクセル電極に印加される電位は、夫々のビクセル電極に応じた前記光電面の領域での入射光強度に対応してビクセル電極から出力される信号が、同一入射強度の場合、ビクセル電極相互間で実質的に均一となるように調節される、ことを特徴としてもよい。

【0012】

【作用】本発明の位置検出型光電子増倍管では、光電面に光が入射すると入射位置から光電子が放出される。この光電子は光電面から放出された時点では運動エネルギーが比較的小さいので、光電面と電子増倍部（具体的には初段ダイノード）との間に発生している電界の方向と略平行方向に進行して、光電面の入射位置に応じた電子増倍部の電子入射領域に入力する。電子増倍部では、各ダイノードは入射電子により2次電子を放出し信号を電子増倍するとともに、各ダイノード間において2次電子の空間的な広がりを抑止して、順次、電子増倍する。そして、最終段のダイノードからは電子増倍部としての増倍率で増倍した電子を光電面の入射位置に応じた局所的な領域から放出する。こうした、電子増倍部を構成するには、各ダイノードを積層型ダイノードとすることが好適である。

【0013】電子増倍部から出力された電子は、加速されて、ビクセル信号出力部の光電面の入射位置に応じて配置された1つあるいは複数のビクセル電極に到達する。これらのビクセル電極は、例えば、電位が各ビクセル電極における電子の入射と2次電子の放出とで発生する光検出信号の波形（例えば、波高など）が光電面の各ビクセル電極に対応した光電面の領域に入射した光の強度に対して略均一化するように設定される。電子増倍部からの電子を入射したビクセル電極は、ビクセル電極ごとに入射電子数に応じた光検出信号を出力するとともに、2次電子を放出する。この光検出信号を観測することにより、光電面における光入射位置を知ることができる。また、各ビクセル電極から出力される光検出信号は、他の各ビクセル電極との相対的な関係においても、各ビクセル電極に応じた光電面の位置（領域）に入射した光強度を反映している。各ビクセル電極から放出された電子は加速された後、一括してコレクタ電極に到達して、コレクタ信号となる。通常（各ビクセル電極における電子増倍率が1よりも充分大きい、あるいは、各ビクセル電極における電子増倍率が同程度である場合）、このコレクタ信号は、光電面に入射した光の全強度を反映している。

【0014】こうした、光入射からコレクタ信号の発生までの過程における、ビクセル信号出力部の各ビクセル電極が出力する光検出信号を収集することで、光電面への光の入射位置を高分解能で、かつ入射位置によらない入射光の強度を光検出信号へ反映する実施できる。

【0015】

【実施例】以下、添付図面を参照しながら、本発明の実施例を説明する。なお、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明は省略する。

【0016】図1は、本発明の実施例である位置検出型光電子増倍管の概略構成図である。図示のように、本実施例の光電子増倍管は、(a) 平板状に形成され、光を

受光して光電子を発生するカソードとしての光電面100と、(b)電子加速方向に多段に配置された2次電子を放出する積層型ダイノード210、~210。を備え、光電子を増倍して出力する電子増倍部200と、

(c)光電面の光入射位置に応じて配置された複数(図1では16個)のビクセル電極からなり、電子増倍部200から放出された電子を入力し2次電子を放出するとともに、各ビクセル電極から光検出信号を出力するビクセル信号出力部300と、(d)電子増倍部200とビクセル信号出力部300との間に配設され、電子増倍部200ビクセルから放出された電子を実質的に透過するとともに、信号出力部300の各ビクセル電極から出力された電子を一括して収集するコレクタ電極400と、(e)(a)~(d)を収納し、内部を略真空に保つ容器900と、を備える。

【0017】ここで、積層型ダイノード210、~210。にはファインメッシュ型のダイノードを採用した。ファインメッシュ型ダイノード以外にはグリッド型ダイノード、メッシュ型ダイノード、ベネシアンブラインド型ダイノード、メタルチャンネル型ダイノード、またはマイクロチャンネルプレート(MCP)型ダイノードなどを採用することが可能である。

【0018】図2は、コレクタ電極400として採用可能な構造例の説明図である。図2(a)は本実施例で採用した四角形状のメッシュ構造を示し、図2(b)は六角形状の網型構造を示す。また、図2(c)は、2次元(X、Y)に配列したワイヤ型電極で構成した構造を示す。図2(c)では、2次元状にワイヤを配列したが、1次元状の配列も可能である。また、コレクタ電極400の1つの開口はビクセル電極の大きさに一致する必要はなく、電子増倍部200から放出された電子を実質的に透過するとともに、信号出力部300の各ビクセル電極から出力された電子を一括して効率良く収集するといった機能的な点から決定される。

【0019】図3は、光電面100、電子増倍部200、ビクセル信号出力部300、およびコレクタ電極に印加される電位を生成する電圧分割部500とビクセル信号出力部300の各電極310、~310。およびコレクタ電極から出力される信号の出力形式を整える光検出信号出力部600との回路構成図である。

【0020】電圧分割部500は、①直列接続された抵抗器R、~R。と並列接続された可変抵抗器VR、~VR。とが直列に接続された電圧分割回路と、コレクタ電極400をGNDレベルとし、かつコレクタ電流信号を取り出し可能とする抵抗Rと、③高速信号の波形維持用に必要に応じて付加されるC₁₀、C₁₁などと、から構成される。図示のように、直列接続された抵抗器R、~R。の抵抗器群の一方の端子には高圧電源から供給される負極性の高電圧(-H、V。)が印加される。-H、V。は、光電面100にも印加される。直列接続された

抵抗器R、~R。の端子に生じる分圧された各電圧は夫々ダイノード210、~210。に印加される。可変抵抗器VR、~VR。の夫々の一方の固定端子はGNDに接続され、他方の固定端子は抵抗器R。の端子に接続される。そして、可変抵抗器VR、~VR。の夫々の可変端子からビクセル電極出力部300の各ビクセル電極310、~310。に個別に電圧が供給される。

【0021】光検出信号出力部600は、各ビクセル電極310、~310。で発生した光検出信号(ビクセル信号1~ビクセル信号M)を直流的には絶縁し、交流的には透過して、後の処理をGNDレベルの信号として処理可能とするコンデンサC、~C。を備える。また、コレクタ電極400から出力される光検出信号(コレクタ信号)は、そのまま出力される。

【0022】本実施例による光検出は以下のように実施される。実際の光検出に先立って、光電面100に一樣な強度の短パルス光を照射して、各ビクセル信号の波高を測定する。これらの波高に不均一があれば、可変抵抗器VR、~VR。を操作し、可変端子からの出力電圧を制御する。この可変端子からの出力電圧の制御により、各ビクセル電極の印加電圧を調整してビクセル信号の波高の略均一化を行う。図4は、ビクセル電極の電位をダイノード210。の電位からコレクタ電極400の電位(すなわち、GNDレベル)に変化させた場合のビクセル電極から出力される光検出信号の出力値の典型的な変化例を示すグラフである。図4から明らかなように、最大出力値の1/10程度まで出力信号の制御が可能である。以上の事前設定の後、光検出を行う。

【0023】光が光電面に入射すると、光電面から光電子が放出される。放出された光電子は電子増倍部200のダイノード210、と光電面100との間に発生している電界により加速され電子増倍部200に入力する。電子増倍部200では、入力した電子をダイノード210、~210。で順次、加速・増倍して、最終ダイノード210。の光電面100の光入射位置に応じた局所的な領域から電子を放出する。電子増倍部200から放出された電子は、まず、ダイノード210。とコレクタ電極400との間に発生している電界によって加速され、コレクタ電極400を通過後は、コレクタ電極400と各ビクセル電極との間に発生している電界によって減速されて、最終的にはダイノード210。と各ビクセル電極との電圧分加速されて信号出力部300の光電面100の光入射位置に応じた1つまたは複数のビクセル電極に入射する。電子を入射したビクセル電極は、2次電子を放出するとともに、放出2次電子数と入射電子数との差に対応した光検出信号(ビクセル信号)を出力する。ビクセル電極から放出された電子は、ビクセル電極とコレクタ電極400との間に発生している電界に導かれてコレクタ電極400に一括して入射する。コレクタ電極400は、入射した電子数に応じた光検出信号(コレク

タ信号)を出力する。

【0024】ピクセル信号をコンデンサC、 $\sim C$ を介して収集して処理・解析することにより、光電面100への光入射位置が測定できる。また、通常は、コレクタ信号から入射光の総強度を得ることができる。また、コレクタ信号は、計測のトリガ信号としても使用できる。

【0025】

【発明の効果】以上、詳細に説明した通り、本発明の位置検出型光電子増倍管によれば、電子を増倍する電子増倍部を構成する各ダイノードは光電面における入射位置に対して共通とし、加速経路におけるコレクタ電極の前段に光入射位置に応じて配置された2次電子放出機能を有するとともに独立に電位の印加が可能なピクセル電極を複数設置したので、このピクセル電極ごとの印加電位を調整することにより光の入射位置に応じて出力される光検出信号が電子増倍部の場所により生じる増倍率の不均一性(例えば、波高の依存性など)を光の入射位置にたいして略均一化できるとともに、位置分解能に優れた光入射位置検出が可能な位置検出型光電子増倍管を実現*

*できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例の位置検出型光電子増倍管の構成図である。

【図2】コレクタ電極の構成図である。

【図3】電圧印加および信号取り出しの回路の説明図である。

【図4】ピクセル電極の電位の変化に対する出力値の変化を示すグラフである。

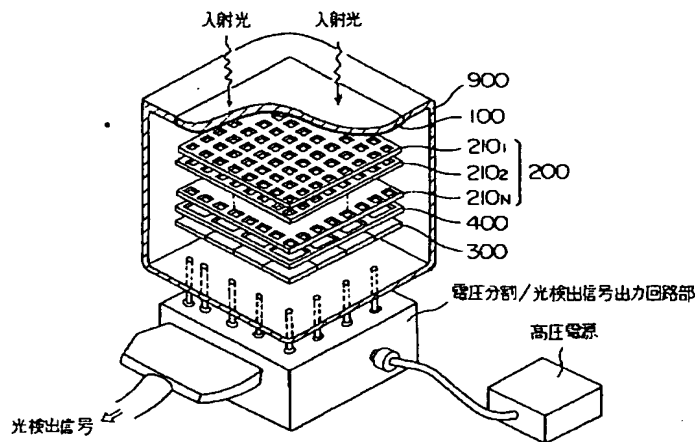
10 【図5】従来の位置検出光電子増倍管(第1タイプ)の電圧印加の例の回路図である。

【図6】従来の位置検出光電子増倍管(第2タイプ)の構成図である。

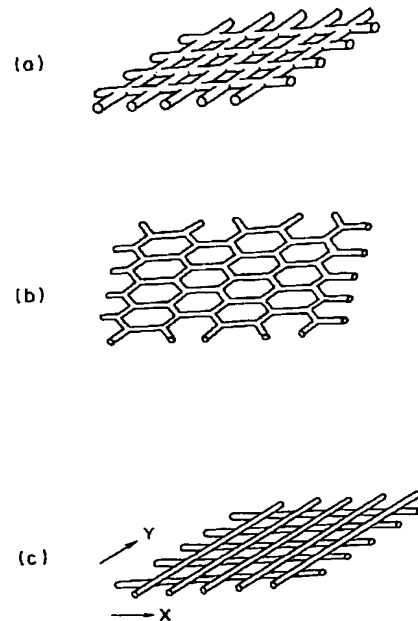
【符号の説明】

100…光電面、200…電子増倍部、210…ダイノード、300…ピクセル信号出力部、310…ピクセル電極、400…コレクタ電極、500…電圧分割部、600…光検出信号出力部。

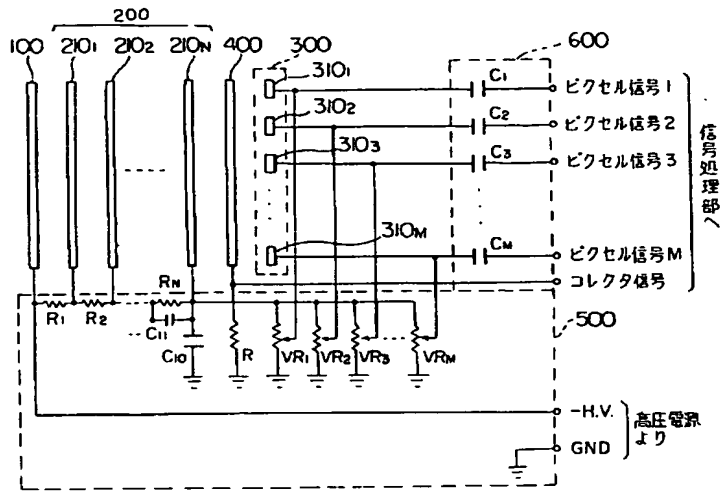
【図1】



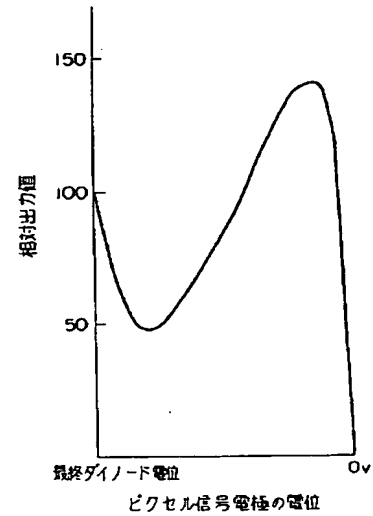
【図2】



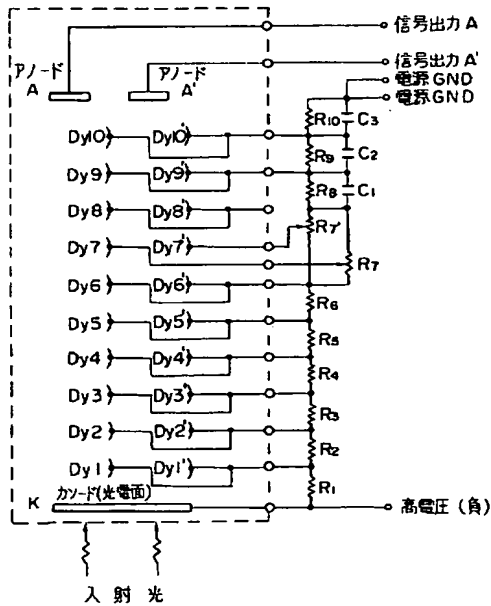
【図3】



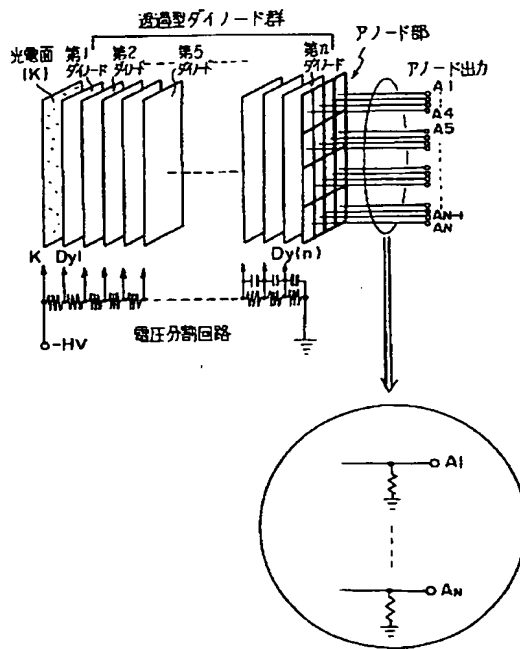
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 村松 新一
静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ
トニクス株式会社内

(72)発明者 久嶋 浩之
静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ
トニクス株式会社内